(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월20일
(11) 등록번호 10-1137795
(24) 등록일자 2012년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01F 5/06 (2006.01) *B01F 5/20* (2006.01)
B01F 3/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0107949
(22) 출원일자 2010년11월02일
심사청구일자 2010년11월02일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004195307 A
JP06190428 A
JP06065380 B2
JP2009190023 A

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
구기갑
서울특별시 강남구 영동대로142길 16, 청담두산아파트 101-712 (청담동)
김재경
서울특별시 송파구 삼전동 73 301호
(74) 대리인
한라특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 오창석

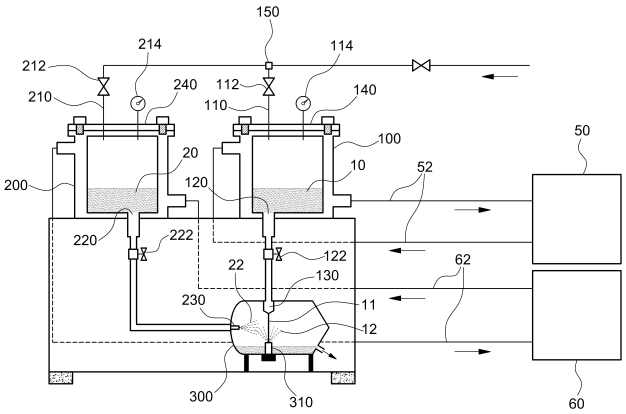
(54) 발명의 명칭 **유체 액적 혼합 장치**

(57) 요 약

본 발명은 유체 액적 혼합 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 가압 기체에 의해 인입된 유체를 노즐을 통해 액적 상태로 분산시켜 다른 유체와 교반함으로 효율적인 급속 마이크로 혼합이 가능하도록 하는 유체 액적 혼합 장치에 관한 것이다.

이를 위해 본 발명은, 서로 다른 유체가 각각 장입 되는 두 개의 본체; 상기 본체의 밀폐 상태를 유지하기 위한 덮개; 상기 본체의 일측 또는 상기 덮개에 관통 형성되며 상기 유체의 가압을 위한 기체가 유입되는 기체 유입관; 상기 본체의 하부에 구비되며 상기 기체의 압력에 의해 상기 유체를 배출시키는 유체 배출공; 상기 유체 배출공을 통해 배출되는 상기 서로 다른 유체가 혼합되어 혼합 유체를 형성하는 혼합실; 상기 두 개의 본체 중 어느 하나의 유체 배출공에 연결되며, 상기 혼합실의 상부에 형성되어 유체를 유체 기둥 형태로 연직 분사하는 제 1 분사 노즐; 상기 혼합실 내부에서 상기 제 1 분사 노즐의 연직 하단에 위치하며, 상기 제 1 분사 노즐을 통해 분사된 상기 유체 기둥이 충돌하여 액적 상태로 전환하도록 하는 충격핀; 및 상기 두 개의 본체 중 다른 하나의 유체 배출공에 연결되며, 상기 혼합실의 측부에 형성되어 유체를 액적 상태로 수평 분사하는 제 2 분사 노즐; 을 포함하여 상기 혼합실에서 상기 서로 다른 유체가 각각 액적 상태로 혼합되는 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치를 제공한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

서로 다른 유체가 각각 장입 되는 두 개의 본체;

상기 본체의 밀폐 상태를 유지하기 위한 덮개;

상기 본체의 일측 또는 상기 덮개에 관통 형성되며 상기 유체의 가압을 위한 기체가 유입되는 기체 유입관;

상기 본체의 하부에 구비되며 상기 기체의 압력에 의해 상기 유체를 배출시키는 유체 배출공;

상기 유체 배출공을 통해 배출되는 상기 서로 다른 유체가 혼합되어 혼합 유체를 형성하는 혼합실;

상기 두 개의 본체 중 어느 하나의 유체 배출공에 연결되며, 상기 혼합실의 상부에 형성되어 유체를 유체 기둥 형태로 연직 분사하는 제 1 분사 노즐;

상기 혼합실 내부에서 상기 제 1 분사 노즐의 연직 하단에 위치하며, 상기 제 1 분사 노즐을 통해 분사된 상기 유체 기둥이 충돌하여 액적 상태로 전환하도록 하는 충격핀; 및

상기 두 개의 본체 중 다른 하나의 유체 배출공에 연결되며, 상기 혼합실의 측부에 형성되어 유체를 액적 상태로 수평 분사하는 제 2 분사 노즐;

을 포함하여 상기 혼합실에서 상기 서로 다른 유체가 각각 액적 상태로 혼합되는 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1 분사 노즐은 풀 콘(full cone) 노즐인 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제 2 분사 노즐은 플랫(flat) 노즐 또는 홀로우 콘(hollow cone) 노즐인 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치.

청구항 4

제 2항 또는 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 분사 노즐 및 제 2 분사 노즐의 노즐 구멍 직경은 0.15 내지 2.0㎜인 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 본체를 둘러싸는 본체 가열 유닛; 및

상기 본체 가열 유닛과 관로로 연결되어 상기 본체 내부에 장입된 유체를 일정한 온도로 유지하기 위한 항온 유체를 순환시키는 본체 항온 순환조;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치.

청구항 6

서로 다른 유체가 각각 장입 되는 다수의 본체;

상기 본체의 밀폐 상태를 유지하기 위한 덮개;

상기 본체의 일측 또는 상기 덮개에 관통 형성되며 상기 유체의 가압을 위한 기체가 유입되는 기체 유입관;

상기 본체의 하부에 구비되며 상기 기체의 압력에 의해 상기 유체를 배출시키는 유체 배출공; 및

상기 유체 배출공을 통해 배출되는 상기 서로 다른 유체가 혼합되어 혼합 유체를 형성하는 혼합실;

상기 다수의 본체 중 어느 하나의 유체 배출공에 각각 연결되며, 상기 혼합실의 측부에 형성되어 유체를 액적 상태로 수평 분사하는 다수의 분사 노즐;

을 포함하여 상기 혼합실에서 상기 서로 다른 유체가 각각 액적 상태로 혼합되는 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 분사 노즐은 플랫(flat) 노즐 또는 홀로우 콘(hollow cone) 노즐인 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 분사 노즐의 노즐 구멍 직경은 0.15 내지 2.0mm인 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 본체를 둘러싸는 본체 가열 유닛; 및

상기 본체 가열 유닛과 관로로 연결되어 상기 본체 내부에 장입된 유체를 일정한 온도로 유지하기 위한 항온 유체를 순환시키는 본체 항온 순환조;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 액적 혼합 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유체 액적 혼합 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 가압 기체에 의해 인입된 유체를 노즐을 통해 액적 상태로 분산시켜 다른 유체와 교반함으로 효율적인 급속 마이크로 혼합이 가능하도록 하는 유체 액적 혼합 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 분석 기술의 발전 및 분석 기구의 소형화에 따라 많은 시료, 시약, 유체를 최소 단위로 처리, 제조, 분석,

혼합하기 위한 미세 유체 시스템(micro-fluidic system)의 개발이 활발히 진행되고 있다. 미세 유체 시스템은 DNA 시퀀싱(염기 서열 해독), 바이오 칩(bio chip)과 랩온어칩(Lab-on-a-Chip) 등에 널리 이용되고 있다. 미세 유체 시스템이 각광을 받는 이유는 극소량의 시료에 대한 혼합과 처리가 대부분을 이루는 효소 반응, 세포 활성화, 단백질 접힘, 약물 전달, 핵산의 합성과 염기 서열 해명에 매우 적합하며 짧은 분석 시간과 저비용의 장점을 가지고 있기 때문이다.

[0003] 바이오 칩 또는 랩온어칩 등의 미세 유체 시스템은 분석에 필요한 모든 과정을 하나의 작은 소형 기판 위에서 수행될 수 있도록 여러 개의 채널(micro-channel)이나 미세 구조물(micro-structure)이 구성되어 있다. 그러므로 미세 유체 시스템에서 시료의 분석, 제조, 혼합, 반응 개시를 위해서 마이크로 채널(micro-channel)을 통해 수송되는 유체 또는 성분의 효과적인 혼합이 필수적이다.

[0004] 두 유체가 균일하게 혼합되는 것은 두 유체가 가진 물리적 특성의 구배가 사라지는 것을 의미한다. 일반적인 화학 산업에서 혼합의 궁극적인 목적은 온도, 물질의 농도, 압력, 유속, 과포화도, 기계적 에너지 등이 혼합에 의해 특정한 평균값으로 수렴되는 것이다.

[0005] 일례로, 미세 관로에서 균일한 혼합에 의한 농도 변화를 살펴보면, 층류이므로 혼합은 분자 확산(molecular diffusion)에 의해 크게 좌우된다. 확산 시간(t_{diff})과 확산 거리(x) 사이에는 다음과 같은 관계가 있다는 것이 알려져 있다.

수학식 1

[0006]
$$t_{diff} = \frac{x^2}{2D}$$

[0007] 여기서, x는 확산 거리 또는 확산 길이(diffusion length), D는 확산 계수, t_{diff}는 확산시간(diffusion time)이다. 확산 계수(D)가 일정할 경우 확산시간(t_{diff})을 단축하는 방법은 두 유체간의 접촉 면적을 높이고 확산 거리를 줄이는 것이다.

[0008] 혼합에 걸리는 시간의 단위가 물리 화학적 사건에 걸리는 시간과 비슷하거나 더 큰 경우에는 혼합 시간은 매우 중요한 의미를 차지하게 된다. 예를 들면, 포화된 용액으로부터 역용매(anti-solvent)의 첨가에 의해 입자가 형성되는 공정이 대표적이다. 특정 용질(solute)을 용매(solvent)에 용해시킨 후, 용해도를 떨어뜨리는 역용매을 혼합하여 결정상 또는 비결정상 입자를 제조하는 공정은 정밀 화학 산업, 특히, 제약, 염 안료와 같은 제품 제조에서 널리 쓰이고 있다.

[0009] 이런 공정에서는 입자의 특성 중에서 평균 입경과 입도 분포가 중시된다. 평균 입경과 입도 분포를 제어하기 위해 가장 중요한 것은 용매와 역용매의 혼합에 의한 과포화도 형성 시점 또는 입자의 석출 시점이다. 교반 장치에서 혼합은 장치 전체 규모의 거시 혼합(macro-mixing)에서 마이크로 혼합(micro-mixing)으로 일어난다. 거시 혼합(macro-mixing)은 대류 수송(convective transport)에 의해 국소적인 편차가 없는 큰 유체 요소(large element of fluid)의 균일 분포에 의한 평균 물성 도달, 유체 요소의 크기 감소와 함께 다른 물성을 가진 유체 요소와 접촉 증대, 가장 작은 단위 유체 요소간의 분자 확산(molecular diffusion)에 의해 마이크로 혼합이 완료된다.

[0010] 일반적인 교반 용기(stirred-vessel)에서 국소 교반 동력(local specific power input, ε)은 0.1 ~ 10 W/kg이고 수용액의 점도와 밀도 비(μ/ρ)는 10^{-6} m^2/s이므로 마이크로 혼합(micro-mixing)에 소요되는 시간은 5 ~ 50 ms이다(J.F. Chen, Y.-H. Wang, F.Guo, X.-M. Wang, C.Zheng,. Synthesis of Nanoparticles with Novel Technology: High-Gravity Reactive Precipitation, Ind.Eng.Chem.Res., 39, 948-954 (2000)). 또한, 일반적으로 수용액에서 핵생성 유도 시간(τ_{ind})이 1 ms 이하이므로, 교반 용기의 마이크로 혼합 시간(τ_{micro})보다 훨씬 짧다. 이는 비용매와 포화 용액의 혼합이 완전하게 이루어지기 전 핵생성에 의해 용질 입자의 석출이 되는 것을 의미하며, 교반 용기(stirred-vessel)에서 입도 분포(또는 평균 입경)의 제어는 사실상 불가능하다.

[0011] 이에 따라 미세 유체 시스템(micro-fluidic system)에서 마이크로 믹서(micro-mixer)는 가장 핵심적인 부분이다.

[0012] 마이크로 믹서(micro-mixer)는 크게 능동(active)과 수송(passive) 방식으로 나누어진다. 능동 방식(active micro-mixer)은 외부 에너지(external energy)에서 제공되는 교란에 의해 혼합이 이루어지는 방법이다. 반면에 수동 방식(passive micro-mixer)은 외부 에너지가 아닌 확산 또는 무질서한 이류(chaotic advection)에 의한 혼합 방식이다.

[0013] 상기 능동 방식은 압력(pressure), 유전 영동(dielectrophoretic), 자기 유체 수력(magneto hydrodynamic), 전기 수력(electro hydrodynamic), 음파(acoustic), 열(thermal)에 의한 강력한 혼합 성능의 장점을 지니고 있지만, 복잡한 제작 과정과 구조로 인해서 경제적 이점이 떨어지는 단점이 있다.

[0014] 반면, 수동 방식은 외부 에너지가 필요하지 않아 에너지 소모가 적고, 안정한 혼합 특성, 비교적 간단한 장치 구조로 인해 제작이 용이하므로 최근 들어 많은 관심을 받고 있다. 그러나 상기 수동 방식은 미세 유체 시스템의 특성인 층류(laminar flow)에서 분자 확산과 무질서한 이류에 의한 불균일 혼합 및 느린 확산 속도의 단점을 지니고 있다.

[0015] 따라서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서는 상기 능동 방식과 수동 방식이 가지고 있는 각각의 단점을 해결할 수 있는 유체 혼합 장치에 대한 개발이 요구되고 있다. 즉, 능동 방식에서 제기되는 복잡한 성형 또는 제작 과정 및 유로 제어 문제와, 수동 방식에서 제기되는 미세 관로 통과에 의한 유체의 층류화로 인한 확산 속도 감소의 해결이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 따라서 본 발명은 전술한 바와 같은 기술적 과제를 해결하는데 그 목적이 있는 발명으로서, 마이크론 크기 유체 액적(micron-sized droplet)의 생성을 통해 유체의 계면 접촉 면적을 확대시키고 확산 거리를 감소시킴으로 효율적인 급속 마이크로 혼합이 가능하도록 하는 유체 혼합 장치를 제공하고자 하는 목적을 가지고 있다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 유체 액적 혼합 장치는, 서로 다른 유체가 각각 장입 되는 두 개의 본체; 상기 본체의 밀폐 상태를 유지하기 위한 덮개; 상기 본체의 일측 또는 상기 덮개에 관통 형성되며 상기 유체의 가압을 위한 기체가 유입되는 기체 유입관; 상기 본체의 하부에 구비되며 상기 기체의 압력에 의해 상기 유체를 배출시키는 유체 배출공; 상기 유체 배출공을 통해 배출되는 상기 서로 다른 유체가 혼합되어 혼합 유체를 형성하는 혼합실; 상기 두 개의 본체 중 어느 하나의 유체 배출공에 연결되며, 상기 혼합실의 상부에 형성되어 유체를 유체 기둥 형태로 연직 분사하는 제 1 분사 노즐; 상기 혼합실 내부에서 상기 제 1 분사 노즐의 연직 하단에 위치하며, 상기 제 1 분사 노즐을 통해 분사된 상기 유체 기둥이 충돌하여 액적 상태로 전환하도록 하는 충격핀; 및 상기 두 개의 본체 중 다른 하나의 유체 배출공에 연결되며, 상기 혼합실의 측부에 형성되어 유체를 액적 상태로 수평 분사하는 제 2 분사 노즐; 을 포함하여 상기 혼합실에서 상기 서로 다른 유체가 각각 액적 상태로 혼합되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 이때, 상기 제 1 분사 노즐은 풀 콘(full cone) 노즐인 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 제 2 분사 노즐은 플랫(flat) 노즐 또는 홀로우 콘(hollow cone) 노즐인 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 제 1 분사 노즐 및 제 2 분사 노즐의 노즐 구멍 직경은 0.15 내지 2.0mm인 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 본체를 둘러싸는 본체 가열 유닛; 및 상기 본체 가열 유닛과 관로로 연결되어 상기 본체 내부에 장입된 유체를 일정한 온도로 유지하기 위한 항온 유체를 순환시키는 본체 항온 순환조; 를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 본 발명의 다른 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치는, 서로 다른 유체가 각각 장입 되는 다수의 본체; 상기 본체의 밀폐 상태를 유지하기 위한 덮개; 상기 본체의 일측 또는 상기 덮개에 관통 형성되며 상기 유체의 가압을 위한 기체가 유입되는 기체 유입관; 상기 본체의 하부에 구비되며 상기 기체의 압력에 의해 상기 유체를 배출시키는 유체 배출공; 및 상기 유체 배출공을 통해 배출되는 상기 서로 다른 유체가 혼합되어 혼합 유체를 형성하

는 혼합실; 상기 다수의 본체 중 어느 하나의 유체 배출공에 각각 연결되며, 상기 혼합실의 측부에 형성되어 유체를 액적 상태로 수평 분사하는 다수의 분사 노즐; 을 포함하여 상기 혼합실에서 상기 서로 다른 유체가 각각 액적 상태로 혼합되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 이때, 상기 분사 노즐은 플랫(flat) 노즐 또는 홀로우 콘(hollow cone) 노즐인 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한, 상기 분사 노즐의 노즐 구멍 직경은 0.15 내지 2.0mm인 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한, 상기 본체를 둘러싸는 본체 가열 유닛; 및 상기 본체 가열 유닛과 관로로 연결되어 상기 본체 내부에 장입된 유체를 일정한 온도로 유지하기 위한 항온 유체를 순환시키는 본체 항온 순환조; 를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따른 유체 액적 혼합 장치에 의하면, 혼합 대상 유체를 미세화 하여 각각이 액적 상태로 혼합되게 함으로 유체의 접촉 면적이 확대되고 확산거리가 감소되어 우수한 혼합성능을 나타낼 수 있는 유체 혼합장치를 제공할 수 있게 된다.

[0027] 또한 본 발명은 압력을 이용한 유체 분사를 적용함으로써 복잡한 미세 관로 설계 또는 미세 유체 제어가 필요하지 않으며, 비교적 간단한 장치를 통해 효율적인 급속 마이크로 혼합이 가능하게 되어 비용이 절감되는 경제적인 효과를 얻을 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치의 구성을 나타내는 구성도.

도 2는 상기 제 1 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치의 혼합실 단면도.

도 3은 상기 제 1 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치에 의해 제 1 유체와 제 2 유체의 마이크로 혼합이 일어나는 과정을 나타내는 도면.

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치의 구성을 나타내는 구성도.

도 5는 상기 제 2 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치에 의해 제 1 유체와 제 2 유체의 마이크로 혼합이 일어나는 과정을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치의 구성을 나타내고 있다. 본 발명에 따른 유체 액적 혼합 장치는 제 1 유체(10)와 제 2 유체(20)를 빠른 속도로 마이크로 혼합하기 위한 장치이며, 도시된 바와 같이 제 1 유체(10)와 제 2 유체(20)가 각각 장입 되기 위한 제 1 본체(100) 및 제 2 본체(200)를 구비할 수 있다.

[0031] 먼저, 제 1 본체(100) 및 제 2 본체(200) 각각에는 덮개(140, 240), 기체 유입관(110, 210), 유체 배출공(120, 220)이 형성되어 있으며, 상기 유체 배출공(120, 220)에는 각각 제 1 분사 노즐(130) 및 제 2 분사 노즐(230)이 연결되어 있다.

[0032] 본 발명에서 상기 제 1 본체(100) 및 제 2 본체(200)는 제 1 유체(10) 및 제 2 유체(20)가 각각 장입 가능한 내부 공간을 구비하고 있으며, 원통형의 스테인리스 재질로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 제 1 본체(100) 및 제 2 본체(200)의 상단부에는 각 본체(100, 200)의 밀폐 상태를 유지하기 위한 덮개(140, 240)가 장착되어있다.

[0033] 이때, 상기 각 본체(100, 200)의 일측 또는 각각의 덮개(140, 240)에는 본체(100, 200)에 장입된 각각의 유체(10, 20)의 가압을 위한 기체가 유입되는 기체 유입관(110, 210)이 관통 형성될 수 있다. 도 1에서는 상기 기체 유입관(110, 210)이 덮개(140, 240)에 관통 형성된 모습을 도시하고 있다. 본 발명에서 상기 기체 유입관

(110, 210)을 통해 유입되는 기체는 제 1 유체(10) 및 제 2 유체(20)의 가압을 위한 기체로서, 고온 또는 저온에서 각 유체(10, 20)의 화학적 변성을 일으키지 않도록 불활성 기체(예를 들면, 질소)가 사용될 수 있다. 상기 가압 기체는 분배 유니언(150)에 의해 분배되어 제 1 본체(100) 및 제 2 본체(200)에 각각 구비된 기체 유입관(110, 210)에 주입될 수 있다.

[0034] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 기체 유입관(110, 210)에는 가압 기체의 유로를 개폐하기 위한 기체 유입 밸브(112, 212)가 추가적으로 장착될 수 있다. 또한, 상기 가압 기체의 이상 변동 또는 과다 압력에 의한 장치 폭발을 방지하기 위하여, 각 본체(100, 200) 또는 덮개(140, 240)에 형성되는 안전 밸브(114, 214)를 추가적으로 구비할 수 있다.

[0035] 상기 제 1 본체(100) 및 제 2 본체(200)의 하단에는 각각 유체 배출공(120, 220)이 구비될 수 있다. 상기 유체 배출공(120, 220)은 각 본체(100, 200) 내부에 있는 유체(10, 20)가 배출되는 통로가 된다. 상기 유체 배출공(120, 220)은 관로로 연결될 수 있으며, 그 단부에 각각 분사 노즐(130, 230)이 구비될 수 있다.

[0036] 본 발명에서 제 1 분사 노즐(130) 및 제 2 분사 노즐(230)은 각각 제 1 본체(100)의 유체 배출공(120) 및 제 2 본체(200)의 유체 배출공(220)에 연결되어, 상기 유체 배출공(120, 220)을 통해 배출되는 제 1 유체(10) 및 제 2 유체(20)를 혼합실(300)에 분사한다. 이때, 각각의 분사 노즐(130, 230)을 향하는 제 1 유체(10) 및 제 2 유체(20)의 흐름을 조절하기 위해 밸브(122, 222)가 추가적으로 구비될 수 있다.

[0037] 본 발명의 제 1 실시예에 따르면, 상기 제 1 분사 노즐(130)은 도 1에 도시된 바와 같이 혼합실(300)의 상부에서 제 1 유체(10)를 유체 기둥(11) 형태로 연직 분사하도록 형성될 수 있다. 이때 상기 제 1 분사 노즐(130)은 제 1 유체(10)를 유체 기둥(fulid column, 11) 형태로 분사할 수 있는 풀 콘(full cone) 노즐이 사용될 수 있으며, 노즐 구멍의 직경은 0.15㎜ 내지 2.0㎜ 바람직하게는 0.3㎜ 내지 0.4㎜를 갖도록 형성될 수 있다. 이에 따라 0.3㎜ 내지 0.4㎜의 평균 입경(droplet size)을 갖는 유체 기둥(11)이 분출될 수 있다.

[0038] 이때, 상기 혼합실(300) 내부에는 상기 제 1 분사 노즐(130)의 연직 하단에 위치한 충격핀(310)을 포함할 수 있다. 상기 충격핀(310)은 상기 제 1 분사 노즐(130)을 통해 분사되는 유체 기둥(11) 형태의 제 1 유체(10)가 충돌할 수 있도록 형성된다. 이에 따라 상기 유체 기둥(11)은 상기 충격핀(310)과 충돌하여 액적(12) 상태로 전환하여 혼합실(300) 내부로 퍼지게 된다.

[0039] 한편, 상기 제 2 분사 노즐(230)은 상기 혼합실(300)의 측부에 형성될 수 있으며, 제 2 유체(20)를 액적(22) 상태로 수평 분사하도록 형성될 수 있다. 이때, 상기 제 2 분사 노즐(230)은 노즐 구멍이 슬릿 형태로 형성된 플랫(flat) 노즐, 노즐 내부에서 액체 유동이 중공형태로 분사되는 홀로우 콘(hollow cone) 노즐 등이 사용될 수 있다. 상기 제 2 분사 노즐(230)의 구멍은 타원형 또는 원형 형상을 가질 수 있으며, 구멍의 직경은 0.15㎜ 내지 2.0㎜ 바람직하게는 0.3㎜ 내지 0.4㎜를 갖도록 형성될 수 있다. 이에 따라 상기 제 2 분사 노즐(230)을 통해 60㎛ 내지 150㎛의 평균 입경을 갖는 제 2 유체(20)의 액적(22)이 수평 분사될 수 있다.

[0040] 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치의 혼합실(300) 내부 구조를 나타내고 있다. 도 2에 도시된 바와 같이 상기 혼합실(300) 내부에는 혼합실(300)의 상부에서 유체를 유체 기둥 형태로 연직 분사할 수 있는 제 1 분사 노즐(130)과, 혼합실(300)의 측부에서 유체를 액적 상태로 수평 분사할 수 있는 제 2 분사 노즐(230)이 구비되어 있다. 또한, 상기 제 1 분사 노즐(130)의 연직 하단에는 상기 제 1 분사 노즐(130)을 통해 분사된 유체 기둥이 충돌하여 액적을 형성할 수 있는 충격핀(310)이 구비되어 있다.

[0041] 본 발명의 제 1 실시예에 있어서, 상기 제 2 분사 노즐(230)을 통해 분사되는 제 2 유체(20)의 액적(22)은 혼합실(300) 내부의 충격핀(310)에 의해 생성되는 제 1 유체(10)의 액적(12)과 혼합될 수 있다. 즉, 상기 제 2 분사 노즐(230)의 분사 방향은 바람직하게는 상기 제 1 분사 노즐(130)의 분사 방향과 교차하도록 형성될 수 있으며, 이에 따라 혼합실(300) 내부에서 제 1 유체(10)와 제 2 유체(20)가 각각 액적(12, 22) 상태로 마이크로 혼합이 이루어질 수 있다.

[0042] 첨부된 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따라 제 1 유체(10)와 제 2 유체(20)가 액적(12, 22) 상태로 혼합되는 모습을 나타내고 있다. 가압 기체와 함께 제 1 분사 노즐(130)의 구멍을 빠져나온 유체 기둥(11)은 충격핀(310)에 의해 액적(12)으로 전환된다. 동시에 가압 기체와 함께 제 2 분사 노즐(230)의 구멍을 빠져나온 액적(22)은 수평 분사되어 제 1 유체(10)의 액적(12)과 액적 상태로 충돌하며 혼합될 수 있다.

[0043] 이때, 제 2 분사 노즐(230)에서 분사되는 액적(22)의 생성 속도와 유체 기둥(11)의 분열에 의해 생성되는 액적(11)의 생성 속도는 각 분사 노즐(130, 230)에 적용되는 노즐을 달리함으로 조절할 수 있다. 또한, 각 분사 노즐(130, 230)을 향하는 제 1 유체(10) 및 제 2 유체(20)의 흐름을 조절하기 위한 밸브(122, 222)를 통해 액적

생성 속도를 조절할 수도 있다.

[0044] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치는 상기 제 1 본체(100) 및 제 2 본체(200)를 각각 둘러싸는 본체 가열 유닛(미도시) 및 상기 본체 가열 유닛과 관로(52, 62)로 연결되어 상기 제 1 유체(10) 및 제 2 유체(20)를 일정한 온도로 유지하기 위한 항온 유체를 순환시키는 본체 항온 순환조(50, 60)를 더 포함할 수 있다.

[0045] 상기 본체 가열 유닛은 상기 본체(100, 200)의 내측면 또는 외측면을 원주방향으로 둘러싸도록 형성될 수 있으며, 상기 본체 항온 순환조(50, 60) 및 관로(52, 62)를 통해 유입된 항온 유체가 본체(100, 200) 주위를 순환하면서 각 본체(100, 200) 내부의 제 1 유체(10) 및 제 2 유체(20)의 온도가 일정하게 유지되도록 할 수 있다. 이처럼 본 발명의 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치는 각 유체의 온도를 일정하게 유지함으로 일정한 온도에서 제 1 유체(10) 및 제 2 유체(20)의 혼합이 이루어지도록 할 수 있다.

[0046] 이상 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치는 혼합실(300) 내부에서 유체 기둥 형태로 연직 분사되는 제 1 유체(10)와 액적 상태로 수평 분사되는 제 2 유체(20)에 대하여 설명하였으나, 상기 제 1 유체(10)와 제 2 유체(20)의 분사 형태는 서로 바뀌어도 무관함은 자명한 사실이다.

[0047] 도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치의 구성을 나타내고 있다. 상기 제 2 실시예에 있어서 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치와 동일하거나 유사한 구성에 대하여는 동일한 도면 부호로 표시하였으며, 이에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0048] 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치는 혼합실(300)의 측부에 형성되어 유체를 액적 상태로 수평 분사할 수 있는 다수의 분사 노즐을 포함할 수 있다. 도 4에서는 제 1 유체(10)와 제 2 유체(20)의 혼합을 위한 제 1 분사 노즐(132) 및 제 2 분사 노즐(232)이 혼합실(300)의 측부에 형성된 모습을 나타내고 있다.

[0049] 상기 제 1 분사 노즐(132) 및 제 2 분사 노즐(232)은 노즐 구멍이 슬릿 형태로 형성된 플랫(flat) 노즐, 노즐 내부에서 액체 유동이 중공형태로 분사되는 홀로우 콘(hollow cone) 노즐 등이 사용될 수 있다. 또한, 상기 제 1 분사 노즐(132) 및 제 2 분사 노즐(232)의 구멍은 타원형 또는 원형 형상을 가질 수 있으며, 구멍의 직경은 0.15㎜ 내지 2.0㎜ 바람직하게는 0.3㎜ 내지 0.4㎜를 갖도록 형성될 수 있다. 이에 따라 상기 제 1 분사 노즐(132) 및 제 2 분사 노즐(232)을 통해 60㎛ 내지 150㎛의 평균 입경을 갖는 제 1 유체(10) 및 제 2 유체(20)의 액적(12, 22)이 수평 분사될 수 있다.

[0050] 도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따라 제 1 유체와 제 2 유체가 액적(12, 22) 상태로 혼합되는 모습을 나타내고 있다. 제 1 분사 노즐(132)을 통해 액적(12) 상태로 수평 분사되는 제 1 유체는, 제 2 분사 노즐(232)을 통해 액적(22) 상태로 수평 분사되는 제 2 유체와 액적 간 충돌에 의해 혼합될 수 있다. 이에 따라 혼합실 내부에서 제 1 유체와 제 2 유체 간의 마이크로 혼합이 빠른 속도로 일어날 수 있다.

[0051] 도 4 및 도 5에서는 두 가지 유체(10, 20)를 마이크로 혼합하는 유체 액적 혼합 장치를 도시하고 있으나, 본 발명은 이에 한정하지 않는다. 즉, 다수의 서로 다른 유체를 마이크로 혼합하기 위해 다수의 본체 및 기체 유입관을 구비하고, 혼합실 내부에 형성되는 다수의 분사 노즐을 통해 다수의 유체에 대한 유체 액적 혼합장치를 구성할 수 있다. 이때, 상기 다수의 분사 노즐은 각각 서로 다른 유체가 장입된 다수의 본체의 유체 배출공에 각각 연결되며, 혼합실의 측부에 원주방향으로 소정의 간격으로 이격 설치되어 각 유체를 액적 상태로 수평 분사하도록 형성할 수 있다.

[0052] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치는 다수(n개)의 서로 다른 유체를 마이크로 혼합하기 위해, 혼합실 상부에 형성되어 유체를 유체 기둥 형태로 연직 분사하는 제 1 분사 노즐과, 혼합실의 측부에 형성되는 다수의 분사 노즐(제 2 분사 노즐 ~ 제 n 분사 노즐)을 포함할 수 있다. 이때, 상기 제 1 분사 노즐의 연직 하단에는 상기 제 1 분사 노즐을 통해 분사된 유체 기둥이 충돌하여 액적 상태로 전환하도록 하는 충격핀이 구비될 수 있다.

[0053] 상기 제 1 분사 노즐은 바람직하게는 풀 콘 노즐이 사용될 수 있으며, 상기 혼합실의 측부에 형성되는 다수의 분사 노즐(제 2 분사 노즐 ~ 제 n 분사 노즐)은 바람직하게는 플랫 노즐 또는 홀로우 콘 노즐이 사용될 수 있다. 상기 분사 노즐(제 1 분사 노즐 ~ 제 n 분사 노즐)은 각각 서로 다른 유체가 장입된 다수의 본체의 유체 배출공에 각각 연결되며, 각 유체는 혼합실 내부에서 액적 상태로 마이크로 혼합이 이루어질 수 있다.

[0054] 또한, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치는 본 발명의 제 1 실시예에서 설명한 바와 같이, 각 본체를 둘러싸는 본체 가열 유닛 및 본체 항온 순환조를 추가로 구비하여, 일정한 온도에서 각 유체의 혼합이

이루어지도록 할 수 있다.

[0055] 이처럼 본 발명의 실시예에 따른 유체 액적 혼합 장치는 액적 분사를 통해 서로 다른 유체의 계면 접촉 면적을 확대하고 확산 거리를 감소시킬 수 있게 되며, 이를 통해 마이크로 초 단위의 빠른 속도로 유체 혼합이 일어날 수 있도록 한다. 따라서 짧은 분석 시간이 필요한 미세 유체 시스템 등의 다양한 분야에서 유용하게 사용될 수 있으며, 간단한 장치의 구성을 통해 우수한 혼합 성능을 유지할 수 있게 되어 비용을 절감할 수 있게 된다.

[0056] 이상에서는 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 설명하였으나, 당업자라면 본 발명의 취지 및 범위를 벗어나지 않고 수정, 변경을 할 수 있다. 따라서 본 발명의 상세한 설명 및 실시예로부터 본 발명이 속하는 기술분야에 속한 사람이 용이하게 유추할 수 있는 것은 본 발명의 권리범위에 속하는 것으로 해석된다.

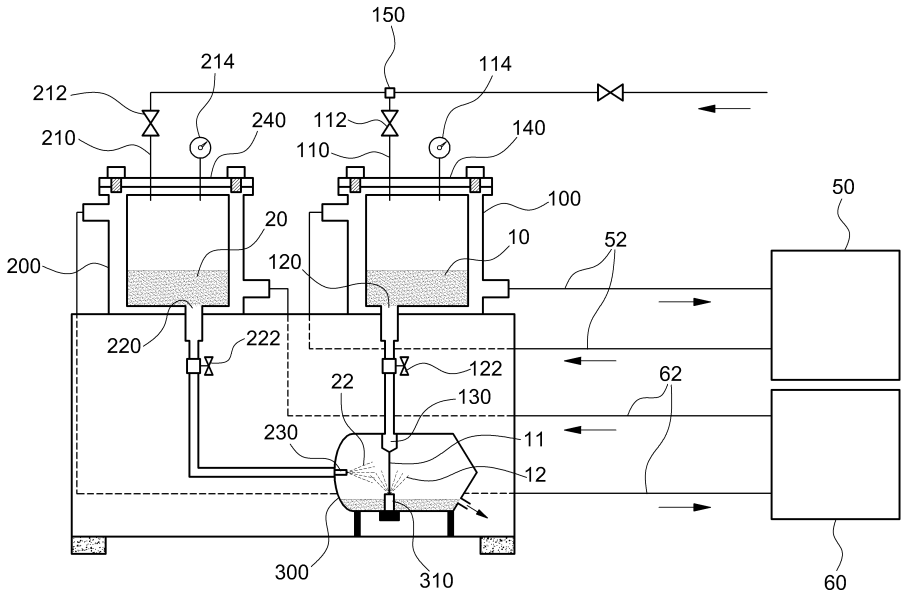
부호의 설명

[0057]

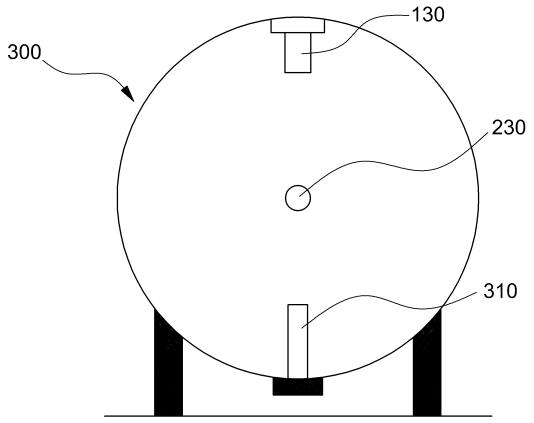
10 : 제 1 유체	20 : 제 2 유체
50, 60 : 본체 항온 순환조	52, 62 : 관로
100, 200 : 본체	110, 210 : 기체 유입관
114, 214 : 안전 밸브	120, 220 : 배출공
130 : 제 1 분사 노즐	230 : 제 2 분사 노즐
140, 240 : 덮개	150 : 분배 유니언
112, 122, 132, 212, 222, 232 : 밸브	
300 : 혼합실	310 : 충격핀

도면

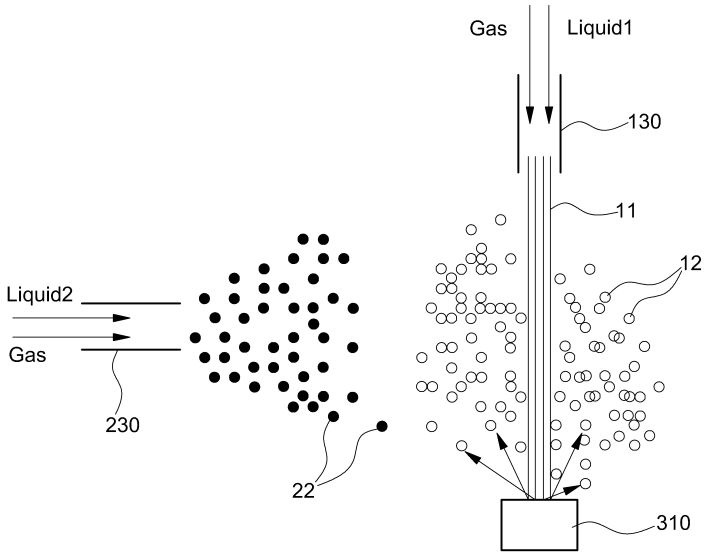
도면1



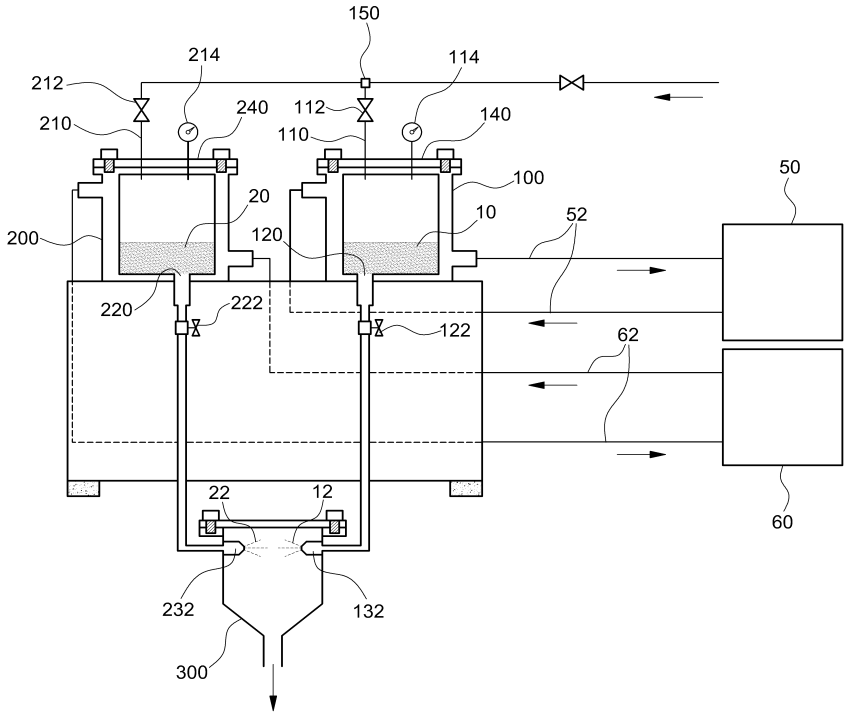
도면2



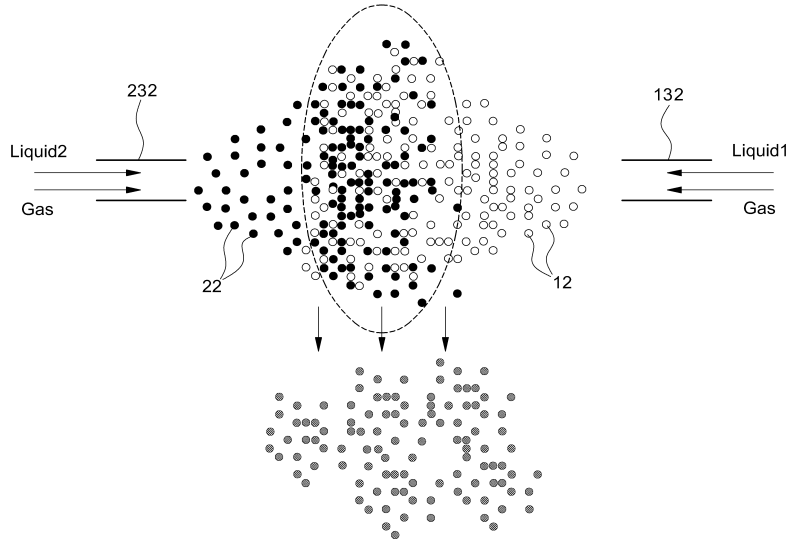
도면3



도면4


150
214
114
212
240
112
140
210
110
100
50
20
10
52
200
120
220
222
122
62
22
12
60
232
132
300

도면5


232
132
Liquid2
Liquid1
Gas
Gas
22
12